

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-074432

(43)Date of publication of application : 17.03.1995

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

H01L 33/00

(21)Application number : 06-170683

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 22.07.1994

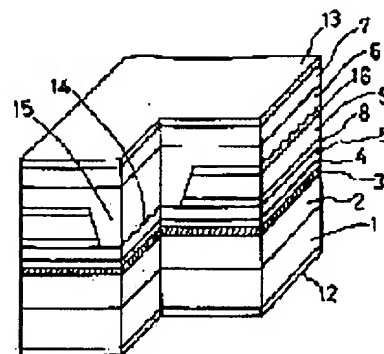
(72)Inventor : KUDO HIROAKI
TAKIGUCHI HARUHISA
INOGUCHI KAZUHIKO
NAKANISHI CHITOSE
SUGAWARA SATOSHI

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable stable single transverse mode oscillation and single longitudinal mode oscillation of small oscillation threshold current by forming a diffraction grating on a surface of an optical guide layer formed above an active layer and by providing an epitaxial support layer.

CONSTITUTION: Since a diffraction grating 14 is formed on a surface of a surface of an optical guide layer 5 formed on an active layer 3, it is possible to enlarge refraction factor difference in a vertical transverse direction to a resonator direction without damaging combination efficiency between laser beam generated in the active layer 3 and the diffraction grating 14. Therefore, stable single transverse mode oscillation and single longitudinal mode oscillation can be acquired. Since the active layer 3 is not formed on the diffraction grating 14, crystallinity of the active layer 3 does not lower and element characteristic improves as an oscillation threshold current becomes smaller. Furthermore, since an epitaxial layer 16 is provided, change of a configuration wherein a stripe groove 15 is buried is prevented and reproducibility of element characteristic of a semiconductor laser device is improved.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-74432

(43)公開日 平成7年(1995)3月17日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 33/00

A

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-170683
(62)分割の表示 特願平2-240770の分割
(22)出願日 平成2年(1990)9月10日

(71)出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72)発明者 工藤 裕章
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(72)発明者 瀧口 治久
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(72)発明者 猪口 和彦
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(74)代理人 弁理士 梅田 勝

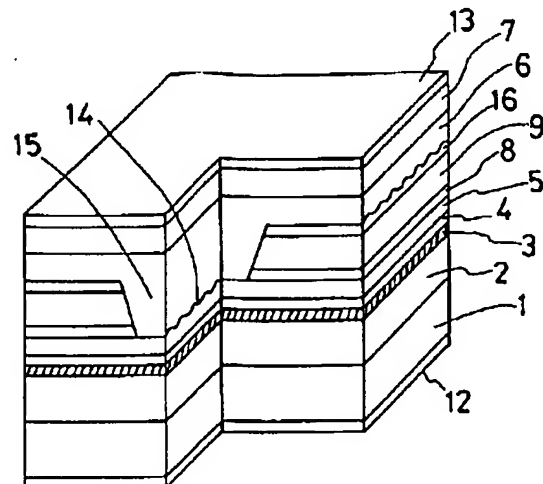
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体レーザ装置およびその製造方法

(57)【要約】

【構成】 電流狭窄構造を備えた分布帰還型の半導体レーザ装置であって、 $n\text{-GaAs}$ 基板1上の $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層9の上に $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16と $p\text{-Al}_{0.26}\text{Ga}_{0.74}\text{As}$ 光ガイド層5上の回折格子14とを有する構成である。

【効果】 発振閾値電流が小さく、安定な単一横モード発振および単一軸モード発振でき、歩留まりよく製造できる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電流狭窄構造を備えた分布帰還型の半導体レーザ装置であって、

半導体基板の上方に形成されたレーザ発振用の活性層と、該活性層の上方に形成された光ガイド層と、該光ガイド層の上方に形成され、共振器方向に平行なストライプ溝を有する電流狭窄用の電流ブロック層と、上記ストライプ溝の底部における上記光ガイド層の表面上に形成された回折格子と、上記ストライプ溝内の結晶成長を均一化する上記電流ブロック層上に形成されたエピタキシャルサポート層とを有する、半導体レーザ装置。

【請求項2】 電流狭窄構造を備えた分布帰還型の半導体レーザ装置の製造方法であって、

半導体基板上に、活性層、光ガイド層、電流ブロック層、エピタキシャルサポート層の順に半導体層を成長させる工程と、

上記エピタキシャルサポート層及び上記電流ブロック層を選択的にエッチングして、共振器方向に平行なストライプ溝を形成し、該ストライプ溝の底部に上記光ガイド層を露出させる工程と、

上記ストライプ溝の底部における上記光ガイド層の表面上に回折格子を形成する工程と、

上記ストライプ溝を埋め込むようにクラッド層を形成する工程と、

を包含する半導体レーザ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、分布帰還型半導体レーザ装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体レーザ装置の利得は比較的広いスペクトル幅を持っており、横モードが制御されていても、縦モードが完全に単一になることはほとんどない。直流動作を行った場合に、一見軸モードが単一であるように見えても、実際は、温度変化などにより、多軸モード発振状態になる。

【0003】そこで、共振器に波長選択性を持たせたのが分布帰還型半導体レーザ装置である。この半導体レーザ装置では、活性領域の近傍に設けた回折格子により、利得スペクトル幅の範囲内で単一波長のレーザ光が選択的に反射されて単一軸モード発振が得られる。

【0004】従来、安定な単一横モード発振および単一軸モード発振が得られる分布帰還型半導体レーザ装置として、例えば図3に示すような半導体レーザ装置が提案されている (Appl. Phys. Lett., 34 (11), pp. 752~755 (1979) を参照)。この半導体レーザ装置は、ストライプ埋め込み型のヘテロ構造を有するので、SBH-DFBレーザ装置と呼ばれている。

【0005】すなわち、共振器方向に形成されたストライプ

2

プ状のGaAs活性層23が、 $p\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第1埋め込み層30によって両側を埋め込まれ、かつ、それらの下側に形成された $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25と共に、 $n\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第1クラッド層22と、 $p\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第2クラッド層26とによって挟み込まれている。そして、分布帰還構造である回折格子34は、 $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25と、 $p\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第1埋め込み層30との界面に形成されている。

【0006】このような構造を有する半導体レーザ装置では、GaAs活性層23で発生したレーザ光は、その下側の $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25へ浸み出して導波される。 $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25はGaAs活性層23に比べて大きい屈折率を有するので、GaAs活性層23の部分で実効的な屈折率が大きくなった緩やかな屈折率分布が共振器方向に対して垂直横方向に形成される。したがって、高出力動作時においても、安定な基本横モード発振が得られる。また、 $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25へ浸み出したレーザ光は、回折格子34によって形成される共振器方向の屈折率分布と相互作用し、回折格子34の周期に依存するブラッグ波長のレーザ光が選択的に反射される。したがって、駆動電流が発振閾値電流の約3倍程度に大きくなっても、発振波長が変化せず、安定な単一軸モード発振が得られる。

【0007】しかし、このような従来のSBC-DFBレーザ装置は、その製造工程が複雑であるので、歩留まりが悪く、しかも素子特性の再現性に乏しいという問題点がある。図3に示すSBC-DFBレーザ装置は、例えば以下のようにして製造される。

【0008】まず、エピタキシャル成長法によって、 $n\text{-GaAs}$ 基板21上に、 $n\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第1クラッド層22と、 $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25と、GaAs活性層23と、 $p\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第2クラッド層26と、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層27とを順次成長させる。

【0009】次いで、選択的エッチング法によって、GaAs活性層23と、 $p\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第2クラッド層26と、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層27とをストライプ状態にエッチングし、メサ構造を形成する。続いて、ホトレジストマスクを用いた化学エッチング法によって、メサ構造の両側に露出した $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25の表面に回折格子34を形成する。

【0010】そして、液相エピタキシャル成長法によって、メサ構造の両側に、 $p\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第1埋め込み層30と、 $n\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第2埋め込み層31とを順次成長させて、 $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25の表面を被覆すると共に、メサ構造を埋め込む。

3

【0011】最後に、 $n\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第2埋め込み層31上の所定領域に、電流注入領域を制限するための誘電体層37を設け、さらに $n\text{-GaAs}$ 基板21の裏面には n 側電極32を、誘電体層37および電流注入領域の表面には p 側電極33を形成した後、ウエハを壁開して共振器端面を形成することにより、図3に示すようなSBC-DFBレーザ装置が得られる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上で述べたように、このSBC-DFBレーザ装置では、光学的な帰還は、 $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25へ浸み出したレーザ光が、 $n\text{-Al}_{0.16}\text{Ga}_{0.84}\text{As}$ 光ガイド層25と、 $p\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第1埋め込み層30との界面に形成された回折格子34によって選択的に反射されることによって行われる。レーザ光と回折格子34との結合効率は、 GaAs 活性層23で発生したレーザ光が $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25へ浸み出す割合に依存する。

【0013】したがって、単一横モードでの発振特性を高めるために、共振器方向に対して垂直横方向の屈折率差を大きくすると、レーザ光の浸み出しが少なくなるので、その結合効率が小さくなり、単一軸モードでの発振特性が低くなる。逆に、単一軸モードの発振特性を高めるために、レーザ光の浸み出しを多くすると、基本横モードでの発振安定性が劣化する。

【0014】このような問題点を解決するために、図4に示すようなSBC-DFBレーザ装置が提案されている。この半導体レーザ装置は、 GaAs 活性層23と、その下側の $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25との界面にも、回折格子34が形成されていること以外は、図3に示すSBC-DFBレーザ装置と同様である。

【0015】しかし、このような構造では、まず、 $n\text{-GaAs}$ 基板21上に、 $n\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第1クラッド層22と、 $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25とを順次成長させた後、いったん成長を中止して $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層25の表面上に回折格子34を形成する必要があるため、成長工程が3つ必要となり、製造工程が複雑になる。また、回折格子34上に、 GaAs 活性層23を成長させるので、その結晶性が低下し、発振閾値電流が大きくなるなど、素子特性に悪影響を及ぼす可能性がある。

【0016】本発明は、上記従来の問題点を解決するものであり、その目的とするところは、発振閾値電流が小さく安定な単一横モード発振および単一軸モード発振が得られる分布帰還型半導体レーザ装置と、このような半導体レーザ装置を、歩留まりよく、しかも素子特性の再現性よく製造する方法とを提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体レーザ装

4

置は、電流狭窄構造を備えた分布帰還型の半導体レーザ装置であって、半導体基板の上方に形成されたレーザ発振用の活性層と、該活性層の上方に形成された光ガイド層と、該光ガイド層の上方に形成され、共振器方向に平行なストライプ溝を有する電流狭窄用の電流ブロック層と、上記ストライプ溝の底部における上記光ガイド層の表面上に形成された回折格子と、上記ストライプ溝内の結晶成長を均一化する上記電流ブロック層上に形成されたエピタキシャルサポート層とを有することを特徴とする。

【0018】本発明の半導体レーザ装置の製造方法は、電流狭窄構造を備えた分布帰還型の半導体レーザ装置の製造方法であって、半導体基板上に、活性層、光ガイド層、電流ブロック層、エピタキシャルサポート層の順に半導体層を成長させる工程と、上記エピタキシャルサポート層及び上記電流ブロック層を選択的にエッチングして、共振器方向に平行なストライプ溝を形成し、該ストライプ溝の底部に上記光ガイド層を露出させる工程と、上記ストライプ溝の底部における上記光ガイド層の表面上に回折格子を形成する工程と、上記ストライプ溝を埋め込むようにクラッド層を形成する工程と、を包含することを特徴とする。

【0019】

【作用】本発明の分布帰還型半導体レーザ装置では、活性層上に形成された光ガイド層の表面上に回折格子が形成されているので、活性層で発生したレーザ光と回折格子との結合効率を損なうことなく、共振器方向に対して垂直横方向の屈折率差を大きくすることができる。したがって、安定な単一横モード発振および単一軸モード発振が得られる。また、回折格子上に活性層を形成していないので、活性層の結晶性が低下せず、発振閾値電流が小さくなるなど、素子特性が向上する。さらに、エピタキシャルサポート層を設けているのでストライプ溝を埋めこみ形状の変化が防止され、半導体レーザ装置の素子特性の再現性が向上する。

【0020】本発明による半導体レーザ装置の製造方法は、2つの成長工程しか必要としない。すなわち、半導体基板上に、活性層、光ガイド層、電流ブロック層、およびエピタキシャルサポート層の順に成長させる第1の成長工程と、回折格子を形成した後、電流ブロック層のストライプ溝を埋め込むように、第2クラッド層およびコンタクト層を順次成長させる第2の成長工程とである。さらに、エピタキシャルサポート層を設けているので、ストライプ溝の埋め込みを精度よく再現できるので、したがって、製造工程が簡略化され、歩留まりが高くなると共に、素子特性の再現性が向上する。

【0021】

【実施例】以下に本発明の実施例について説明する。

【0022】（実施例1）図1に本発明の半導体レーザ装置を示す。この半導体レーザ装置は、 $n\text{-GaAs}$ 電

5

流ブロック層9表面上に、 $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16を有し、この半導体レーザ装置は次のようにして作製された。

【0023】まず、エピタキシャル成長法によって、 $n\text{-GaAs}$ 基板1上に、 $n\text{-Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 第1クラッド層2、 $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 活性層3、 $p\text{-Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ キャリアバリア層4、 $p\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ 光ガイド層5、 $n\text{-Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ ($0.5 \leq x \leq 0.7$) エッチングストップ層8、および $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層9、そしてさらに $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16を順次成長させた。

【0024】次いで、ホトリソグラフィおよび化学エッチング法によって、 $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16、 $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層9および $n\text{-Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ エッチングストップ層8を選択的に順次エッチングして、共振器方向に平行なストライプ溝15 (幅約 $5\mu\text{m}$) を形成することにより、その底部に $p\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ 光ガイド層5を露出させた。エッチャントとしては、 $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16および $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層9に対しては、 NH_4OH と H_2O_2 と H_2O との混合溶液を用いた。この場合、 NH_4OH と H_2O_2 との混合比を適当に調整すれば、 $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16および $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層9のみを同時にかつ選択的にエッチングすることが可能である。他方、 $n\text{-Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ エッチングストップ層8に対しては、 HF 系エッチャントを用いた。

【0025】続いて、 $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16および露出した $p\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ 光ガイド層5の表面にホトレジストを塗布した後、紫外光レーザを光源として用いた二光束干渉露光法および化学エッチング法によって、 $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16および露出した $p\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ 光ガイド層5の表面に、回折格子14 (周期 3000\AA) を形成した。なお、回折格子14の周期は、 3000\AA に限定されることなく、通常、 $2000\sim 4000\text{\AA}$ の範囲内で選択される。

【0026】そして、液相エピタキシャル成長法によって、 $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16の表面上に、およびストライプ溝15を埋め込むように、 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 第2クラッド層6および $p\text{-GaAs}$ コンタクト層7を順次成長させた。なお、 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 第2クラッド層6および $p\text{-GaAs}$ コンタクト層7の成長には液相エピタキシャル成長法に代えて、有機金属気相成長 (MOCVD) 法などを用いてもよい。

【0027】最後に、 $n\text{-GaAs}$ 基板1の裏面には n 側電極12を、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層7の表面には

6

p 側電極13を形成した後、ウエハを劈開して共振器端面を形成することにより、図1に示すような分布帰還型の半導体レーザ装置を得た。このようにして得られた半導体レーザ装置は、発振波長が 780nm であり、発振閾値電流が 40mA であり、単一軸モード発振が得られる温度範囲が $\Delta T = 70^\circ\text{C}$ という良好な素子特性を有する半導体レーザ装置を、歩留まりよく、しかも素子特性の再現性よく製造することができた。

【0028】本実施例の半導体レーザ装置では、 $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層9に形成されたストライプ溝15の部分にのみ電流が注入される電流狭窄構造を有するので、 $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 活性層3を含む活性領域がストライプ溝15の下側に形成され、そこで発生し、共振器方向に対して垂直縦方向に広がったレーザ光は、 $n\text{-Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 第1クラッド層2および $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 第2クラッド層6によって閉じ込められる。 $p\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ 光ガイド層5へ浸み出したレーザ光は、その割合に応じて、回折格子14から光学的に帰還し、連続的なレーザ発振が起こる。他方、共振器方向に対して垂直横方向に広がったレーザ光は、 $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層9がこのレーザ光を吸収するので、ストライプ溝15の幅で閉じ込められる。したがって、ストライプ溝15が利得/損失ガイド光導波路として機能し、単一横モード発振が得られる。

【0029】本実施例では、 $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層9の表面上に、 $p\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ 光ガイド層5と同じ Al 混晶比を有する $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16を設けているので、ストライプ溝15を埋め込むように、 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 第2クラッド層6を成長させる際に、ストライプ溝15の底部に露出した $p\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ 光ガイド層5の表面上と、 $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16の表面上とにおけるエピタキシャルサポート成長速度が等しくなる。また、特に液相エピタキシャル成長法を用いた場合には、メルトバックによるストライプ溝15の形状変化が防止される。したがって、本実施例によれば、 $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層9にストライプ溝15を極めて精度よく形成することができ、得られた半導体レーザ装置の素子特性の再現性がさらに向上する。

【0030】なお、本実施例では、 $p\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ 光ガイド層5および $n\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ エピタキシャルサポート層16は同じ Al 混晶比を有するが、これらの Al 混晶比が異なると、エピタキシャル成長速度に差が生じる。この場合、ストライプ溝15を埋め込むように成長させた $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 第2クラッド層6の表面をより平坦にできるので、得られた半導体レーザ装置の素子特性がさらに向上する。

【0031】(実施例2) 図2に本発明の他の半導体レーザ装置を示す。この半導体レーザ装置は、以下の2つ

7

のエピタキシャルサポート層を有すること以外は、実施例1の半導体レーザ装置と同様である。つまり、 $p-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ 光ガイド層5の表面上に存在する $p-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層17と、 $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ エピタキシャルサポート層16の表面上に存在する $n-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層18である。この半導体レーザ装置は次のようにして作製された。

【0032】まず、エピタキシャル成長法によって、 $n-GaAs$ 基板1上に、 $n-A_{10.5}Ga_{0.5}As$ 第1クラッド層2、 $A_{10.13}Ga_{0.87}As$ 活性層3、 $p-A_{10.5}Ga_{0.5}As$ キャリアバリア層4、 $p-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ 光ガイド層5、 $p-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層17（厚さ約50Å）、 $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ （ $0.5 \leq x \leq 0.7$ ）エッチングストップ層8、および $n-GaAs$ 電流ブロック層9、 $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ エピタキシャルサポート層16、そしてさらに $n-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層18（厚さ約50Å）を順次成長させた。

【0033】次いで、ホトリソグラフィおよび化学エッチング法によって、 $n-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層18、 $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ エピタキシャルサポート層16、 $n-GaAs$ 電流ブロック層9、および $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ エッチングストップ層8を選択的に順次エッチングして、共振器方向に平行なストライプ溝15（幅約5μm）形成することにより、その底部に $p-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層17を露出させた。ここで、エッチャントとしては、 $n-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層18、 $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ エピタキシャルサポート層16、および $n-GaAs$ 電流ブロック層9に対しては、 NH_4OH と H_2O_2 と H_2O との混合溶液を用いた。この場合、 NH_4OH と H_2O_2 との混合比を適当に調整すれば、 $n-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層18、 $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ エピタキシャルサポート層16、および $n-GaAs$ 電流ブロック層9のみを同時にかつ選択的にエッチングすることが可能である。他方、 $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ エッチングストップ層8に対しては、 HF 系エッチャントを用いた。

【0034】そして、以下、実施例1と同様にして、図2に示すような分布帰還型の半導体レーザ装置を得た。

【0035】本実施例では、 $p-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ 光ガイド層5および $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ エピタキシャルサポート層16の表面上に、それぞれ $p-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層17および $n-A_{10.05}Ga_{0.95}As$ エピタキシャルサポート層18を設けているので、二光束干渉露光法および化学エッチング法によって回折格子14を形成すると、その凸部にこれらのエピタキシャルサポート層が残存することに

8

なる。それゆえ、ストライプ溝15を埋め込むように、 $p-A_{10.7}Ga_{0.3}As$ 第2クラッド層6を容易にエピタキシャル成長させることができる。これは、下地となるエピタキシャルサポート層のAl混晶比が小さいほど、その上へのエピタキシャル成長が容易になるからであり、液晶エピタキシャル成長法の場合には、この傾向が特に顕著となる。したがって、本実施例によれば、 $p-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ 光ガイド層5および $n-A_{10.25}Ga_{0.75}As$ エピタキシャルサポート層16の表面上に形成された回折格子14を、第2の成長工程において容易に埋め込むことができ、成長不良や結晶欠陥を発生させることなく、素子特性の優れた半導体レーザ装置を歩留まりよく製造することができる。

【0036】なお、本実施例では、エピタキシャルサポート層17および18を構成するAlGaAs混晶のAl混晶比を0.05としたが、これに限定されることなく、例えばAl混晶比が0のGaAs混晶を用いてもよい。GaAs混晶を用いれば、液晶エピタキシャル成長法による第2の成長工程において、これらのGaAsエピタキシャルサポート層をメルトバックによって除去した後、回折格子14を $p-A_{10.7}Ga_{0.3}As$ 第2クラッド層6によって埋め込むことができる。この場合も、上記の実施例と同様の効果が得られ、素子特性の優れた半導体レーザ装置を歩留まりよく製造することができる。

【0037】また、上記の実施例1～2では、AlGaAs系の分布帰還型半導体レーザ装置について説明したが、たとえば、GaInAsP/InP系の分布帰還型半導体レーザ装置についても、同様の結果が得られた。

【0038】

【発明の効果】このように、本発明によれば、活性層の上方に形成された光ガイド層の表面上に回折格子が形成され、しかもエピタキシャルサポート層を有しているので、発振閾値電流が小さく安定な単一横モード発振および単一軸モード発振が可能な信頼性の高い分布帰還型半導体レーザ装置が得られる。さらに、この半導体レーザ装置を作製する際には、歩留まりよく、しかも素子特性の再現性よく製造する方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に係る本発明の半導体レーザ装置の一部破断斜視図である。

【図2】実施例2に係る本発明の半導体レーザ装置の一部破断斜視図である。

【図3】ストライプ埋め込み型のヘテロ構造を有する従来の半導体レーザ装置を示す一部破断斜視図である。

【図4】ストライプ埋め込み型のヘテロ構造を有する他の従来の半導体レーザ装置を示す一部破断斜視図である。

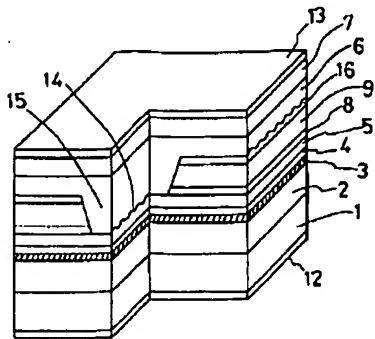
【符号の説明】

1, 21 $n-GaAs$ 基板

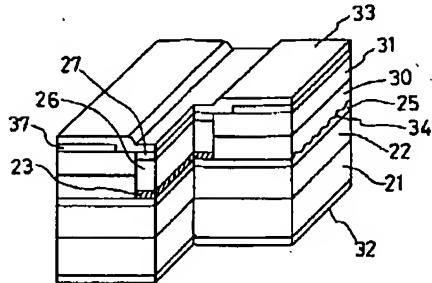
9

- 2 $n\text{-Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 第1クラッド層
 3 $\text{Al}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}$ 活性層
 5 $p\text{-Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ 光ガイド層
 6 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 第2クラッド層
 9 $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層
 14, 34 回折格子
 15 ストライプ溝

【図1】



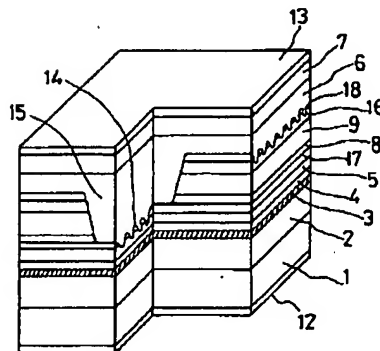
【図3】



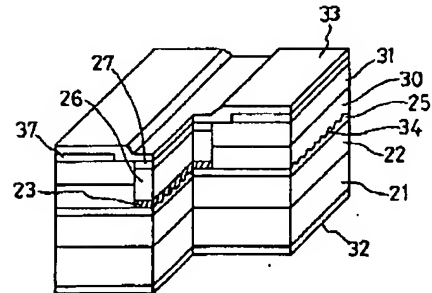
10

- 22 $n\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第1クラッド層
 23 GaAs 活性層
 25 $n\text{-Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 光ガイド層
 26 $p\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第2クラッド層
 30 $p\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第1埋め込み層
 31 $n\text{-Al}_{0.36}\text{Ga}_{0.64}\text{As}$ 第2埋め込み層

【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 中西 千登勢
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
 ャープ株式会社内

(72)発明者 菅原 ▲聡▼
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
 ャープ株式会社内